

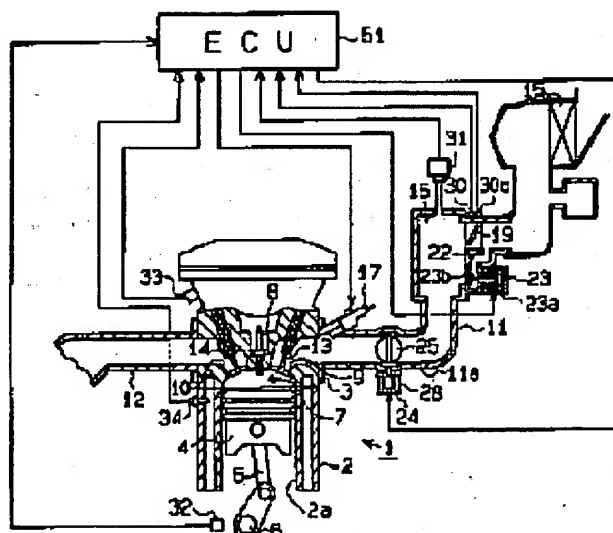
INTAKE AIR AMOUNT CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Patent number: JP10288055
Publication date: 1998-10-27
Inventor: KISHI HIRONAO
Applicant: TOYOTA MOTOR CORP
Classification:
- international: F02D13/02; F02B29/08; F02D9/02; F02D9/02;
F02D41/08
- european:
Application number: JP19970097302 19970415
Priority number(s):

Abstract of JP10288055

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an intake air amount control device of internal combustion engine capable of maintaining a stable engine combusting conditions by suppressing the occurrence of a spitting phenomenon at low speed and load.

SOLUTION: An air intake pipe 11 is connected to an air intake port 9 provided in each cylinder of an engine 1 through an air intake manifold 11a. Also a bypass path 22 for connecting the upstream of a throttle valve 19 to the downstream of it is provided in the air intake pipe 11. An idle control valve 23 for adjusting an intake air amount at idling is installed in the bypass path 22. An air intake control valve 24 is installed in the air intake manifold 11a. In addition, in idling operation, an ECU 51 opens the air intake control valve 24 controllably after a valve overlap time has been passed, and closes it controllably when a specified time has been passed after the air intake valve 13 has been closed.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-288055

(43) 公開日 平成10年(1998)10月27日

(51) Int.Cl.⁴
F 0 2 D 13/02

識別記号

F I
F 0 2 D 13/02

F
D
H

F 0 2 B 29/08

F 0 2 B 29/08

D

F 0 2 D 9/02

3 0 5

F 0 2 D 9/02

3 0 5 M

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-97302

(22) 出願日 平成9年(1997)4月15日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 岸 宏尚

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

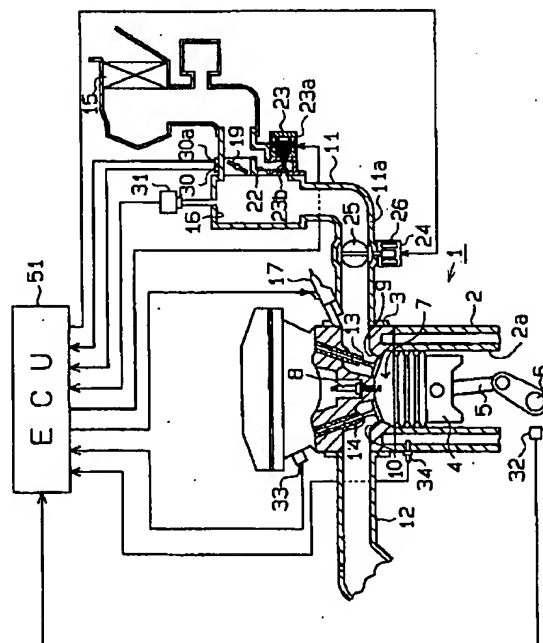
(74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

(54) 【発明の名称】 内燃機関の吸入空気量制御装置

(57) 【要約】

【課題】 低速低負荷時における吹き返し現象の発生を抑制し、安定した機関燃焼状態を維持することができる内燃機関の吸入空気量制御装置を提供する。

【解決手段】 吸気管11は吸気マニホルド11aを介してエンジン1の各気筒に設けられた吸気ポート9に接続される。吸気管11に、スロットルバルブ19の上流側及び下流側を接続するバイパス通路22を設ける。バイパス通路22にアイドルリング時における吸入空気量を調節するアイドルコントロールバルブ23を設ける。吸気マニホルド11aに吸気制御弁24を設ける。ECU51は、アイドルリング運転時において、吸気制御弁24をバルブオーバーラップ期間経過後に開弁制御するとともに、吸気バルブ13が閉弁してから所定期間経過後に閉弁制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 吸気バルブ及び排気バルブを備える内燃機関の吸気通路に設けられ、前記内燃機関の低速低負荷運転時において同内燃機関に対する吸入空気供給を確保する第1の吸気制御弁と、

前記第1の吸気制御弁の下流側において、前記内燃機関の各気筒に対応する吸気通路に設けられた第2の吸気制御弁と、

前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、

前記運転状態検出手段により前記内燃機関が低速低負荷運転状態にあると検出されるとき、前記吸気バルブ及び排気バルブがいずれも開弁状態となるバルブオーバーラップ期間経過後に前記第2の吸気制御弁を開弁制御するとともに、前記吸気バルブが閉弁してから所定期間経過後に同第2の吸気制御弁を閉弁制御する制御手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の吸入空気量制御装置。

【請求項2】 請求項1に記載した内燃機関の吸入空気量制御装置において、

前記制御手段は、前記運転状態検出手段により前記内燃機関が低速低負荷運転状態にあると検出されるとき、前記第2の吸気制御弁が所定の中間開度をもって開弁状態となるように同第2の吸気制御弁を制御するものであることを特徴とする内燃機関の吸入空気量制御装置。

【請求項3】 前記運転状態検出手段は、前記内燃機関のアイドリング運転状態を前記低速低負荷運転状態として検出するものであることを特徴とする請求項1又は2記載の内燃機関の吸入空気量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の吸入空気量制御装置に係り、詳しくは、吸気通路に設けられた第1の吸気制御弁と、内燃機関の各気筒に対応する吸気通路に設けられた第2の吸気制御弁とを備えた内燃機関の吸入空気量制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関においては、吸気バルブ及び排気バルブの開閉時期が機関出力に大きな影響を与える。例えば、高速高負荷において、吸気バルブ及び排気バルブが同時に開弁状態となるバルブオーバーラップ期間を長く設定することにより、吸入空気の慣性効果を利用した体積効率の増大を図ることができ、機関出力を向上させることができる。

【0003】このようにバルブオーバーラップ期間を長く設定するために、従来より、図11に示すようなシステムが採用されている（例えば、特開平5-340275号公報に記載された「内燃機関の吸気制御装置」等）。

【0004】このシステムでは、内燃機関80の燃焼室81に通じる吸気通路82にスロットル弁83が設けられるとともに、同弁83の下流側に位置するサージタン

ク82aの下流側に、更に別の吸気制御弁84が設けられている。燃焼室81に開口する吸気ポート85及び排気ポート86の近傍には、それら各ポート85、86を開閉する吸気バルブ87及び排気バルブ88が設けられている。そして、吸気バルブ87の作動角は通常よりその作動角が大きく設定されている（図10（a）において通常の吸気バルブにおけるリフト量を一点鎖線で示す）。

【0005】図10（a）、（b）は、上記システムにおける各バルブ87、88のリフト量と、吸気制御弁84の開閉状態とをそれぞれ示している。また、同図10（c）は、アイドリング時における吸気通路82の内圧変化を示している。

【0006】こうしたシステムにおいて、内燃機関80が高速高負荷運転状態となった場合には、同図10（b）に一点鎖線で示すように、少なくとも吸気バルブの開弁期間中は吸気制御弁84が開弁状態となるように、その開弁期間が長く設定される。従って、十分な吸入空気量が確保されて機関出力の向上が図られることとなる。

【0007】これに対して、内燃機関80がアイドリング状態になった場合には、図10（b）に実線で示すように、吸気制御弁84の開弁期間が短縮され、同弁84がより早いタイミングで閉弁される。その結果、燃焼室81に導入される吸入空気の量が制限されるため、所定の回転速度でアイドリング運転を行うことができるようになる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記システムにおいては図10（c）に示すように、吸気バルブ87が開弁する時期、即ちバルブオーバーラップ期間の初期において、吸気通路82の内圧が急激に増大する傾向がある。これは、燃焼室81及び排気通路89内にある既燃焼ガスが負圧に保持されていた吸気通路82の内部に流入する現象、いわゆる吹き返し現象が発生するためである。この吹き返し現象は、内燃機関80がアイドリング時のように低速低負荷運転状態にあって、吸気通路82を通過する吸入空気の慣性力が小さい場合にのみ発生する現象ではあるが、同従来のシステムにあっては、このような吹き返し現象が発生することにより燃焼室81に多量の既燃焼ガスが残留してしまい、燃焼の不安定化、更には失火を招くおそれがあった。

【0009】本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、低速低負荷時における吹き返し現象の発生を抑制し、安定した機関燃焼状態を維持することができる内燃機関の吸入空気量制御装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、吸気バルブ及び排気バルブ

を備える内燃機関の吸気通路に設けられ、内燃機関の低速低負荷運転時において同内燃機関に対する吸入空気の供給を確保する第1の吸気制御弁と、第1の吸気制御弁の下流側において、内燃機関の各気筒に対応する吸気通路に設けられた第2の吸気制御弁と、内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、運転状態検出手段により内燃機関が低速低負荷運転状態にあると検出されるとき、吸気バルブ及び排気バルブがいずれも開弁状態となるバルブオーバーラップ期間経過後に第2の吸気制御弁を開弁制御するとともに、吸気バルブが閉弁してから所定期間経過後に同第2の吸気制御弁を閉弁制御する制御手段とを備えたことをその趣旨とする。

【0011】上記構成においては、内燃機関が低速低負荷運転状態になったときに、第2の吸気制御弁は、制御手段によってバルブオーバーラップ期間経過後に開弁制御された後、吸気バルブが閉弁してから所定期間が経過した後に閉弁制御される。換言すれば、吸気バルブが閉弁して燃焼室内の負圧が吸気通路内に伝播しなくなった状態で、第2の吸気制御弁が所定期間の間、開弁状態に保持される。その結果、上記所定期間の間に、吸気バルブと第2の吸気制御弁との間における吸気通路の内圧（以下、「内圧P1」という）と、第2の吸気制御弁と第1の吸気制御弁との間における吸気通路の内圧（以下、「内圧P2」という）との差圧は減少して、両内圧P1、P2は略等しくなる。

【0012】ここで、吸気バルブが閉弁状態となっており、吸気通路内における吸入空気の実質的な移動が停止していることから、吸気通路内において第1の吸気制御弁より上流側部分の内圧、即ち、大気圧と、前記内圧P2との差圧は極めて小さい。従って、前記内圧P1は前記所定期間の間に大気圧に略等しくなるまで増加することとなる。

【0013】次に、吸気バルブが開弁すると、即ち、バルブオーバーラップ期間に移行すると、燃焼室及び排気通路中にある既燃焼ガスの一部が吸気通路側に流入しようとする。しかしながら、吸気通路の内圧P1は、第2の吸気制御弁が開弁状態となっているため、大気圧に略等しい圧力に保持されている。従って、吸気通路の内圧P1と燃焼室及び排気通路における内圧（排気圧）との差圧が極めて小さい。その結果、既燃焼ガスは燃焼室側から吸気通路側に殆ど移動することがなくなり、吹き返し現象の発生が抑制される。尚、上記構成において、上記第1の吸気制御弁としては、アイドルリングコントロールバルブ、電子制御式スロットルバルブ等がある。

【0014】上記目的を達成するために、請求項2記載の発明は、請求項1に記載した内燃機関の吸入空気量制御装置において、制御手段は、運転状態検出手段により内燃機関が低速低負荷運転状態にあると検出されるとき、第2の吸気制御弁が所定の中間開度をもって開弁状態となるように同第2の吸気制御弁を制御するものであ

ることをその趣旨とする。

【0015】上記構成において、第2の吸気制御弁の開弁期間中に、吸気バルブが開弁すると、燃焼室内の負圧が伝播することにより吸気通路の内圧P1は略大気圧から負圧に減少する。ここで、第2の吸気制御弁が開弁されると、吸気通路から燃焼室側への吸入空気の流通が許容されるようになるため、前記内圧P1が増加し始める。

【0016】ここで、上記構成によれば、第2の吸気制御弁が所定の中間開度をもって開弁状態とされるため、同弁を通過する吸入空気の速度が同弁を全開にした場合と比較して低下する。その結果、本発明によれば、請求項1に記載した発明の作用に加えて、前記内圧P1の急激な増加が抑えられ、吸気通路内における圧力脈動の発生が抑制される。

【0017】上記目的を達成するために、請求項3記載の発明は、請求項1又は2に記載した内燃機関の吸入空気量制御装置において、運転状態検出手段は、内燃機関のアイドルリング運転状態を低速低負荷運転状態として検出するものであることをその趣旨とする。

【0018】上記構成によれば、請求項1又は2に記載した発明の作用に加えて、アイドルリング時における吹き返し現象の発生が抑えられる。

【0019】

【発明の実施の形態】

【第1の実施形態】以下、本発明における内燃機関の吸入空気量制御装置を車両用ガソリンエンジンに適用した第1の実施形態について図1～図8に基づいて詳細に説明する。

【0020】図1は、車両用ガソリンエンジンシステムの概略構成を示している。車輛（図示略）に搭載されたエンジン1は、4気筒分のシリンダボア2aを有するシリンダブロック2と、シリンダヘッド3とを備えている。各シリンダボア2a内に上下動可能に設けられたピストン4は、コンロッド5を介してクランクシャフト6に連結されている。また、シリンダボア2aの内部において、ピストン4とシリンダヘッド3とにより囲まれた空間によって燃焼室7が形成されている。

【0021】シリンダヘッド3には、各燃焼室7に対応して点火プラグ8が設けられている。また、シリンダヘッド3には、各燃焼室7に通じる吸気ポート9及び排気ポート10がそれぞれ設けられている。これら各ポート9、10は、各気筒に対応した分岐管（図1ではその一つのみを示す）を備えた吸気マニホルド11aを介して吸気管11に接続されている。

【0022】シリンダヘッド3には、吸気ポート9及び排気ポート10を開閉するための吸気バルブ13及び排気バルブ14がそれぞれ設けられている。これら各バルブ13、14は、クランクシャフト6の回転に連動するカムシャフト（図示略）により駆動されるようになって

いる。また、本実施形態における吸気バルブ13は、その作動角及びリフト量がいずれも大きく設定されており、バルブオーバーラップ量が大きく確保されている。

【0023】吸気管11の上流側にはエアクリーナ15が設けられており、同クリーナ15によって吸気管11内に導入される吸入空気が清浄化される。吸気管11の途中にはサージタンク16が設けられており、同タンク16によって吸気管11を通過する吸入空気の脈動が平滑化される。また、サージタンク16の下流側において、吸気ポート9の近傍には各気筒に対応して燃料噴射用のインジェクタ17がそれぞれ設けられている。このインジェクタ17には図示しない燃料タンクから燃料ポンプによって所定圧力の燃料が供給されているようになっている。

【0024】こうしたシステムにあって、エンジン1の運転が開始されると、エアクリーナ15を通過した吸入空気は、吸気管11内に導入される。吸入空気の導入と同時に各インジェクタ17から燃料が噴射されることにより、その吸入空気と燃料とが混合され混合気となる。

【0025】そして、エンジン1の吸入行程において、吸気バルブ13により吸気ポート9が開かれると、混合気が同ポート9を通じて燃焼室7に取り込まれる。その後、圧縮、膨張行程において、燃焼室7に取り込まれた混合気が圧縮され点火プラグ8によって点火されることにより、その混合気が爆発・燃焼してエンジン1に駆動力が得られる。

【0026】また、エンジン1の排気行程において、排気バルブ14により排気ポート10が開かれると、爆発・燃焼後の排気ガスが同ポート10を通じて排気管12内に導入される。排気管12に導入された排気ガスは、触媒コンバータ（図示略）等を通じて外部へ排出される。

【0027】一方、吸気管11においてサージタンク16の上流側には、図示しないアクセルペダルの操作に連動して開閉駆動されるスロットルバルブ19が設けられている。スロットルバルブ19の開度、即ちスロットル開度TAに応じて吸気管11へ導入される吸入空気量（吸入空気量Q）が調節される。

【0028】スロットルバルブ19の近傍には、スロットル開度TAを検出するためのスロットルセンサ30が設けられており、同センサ30はスロットル開度TAに応じた検出信号を出力する。また、スロットルセンサ30はアイドルスイッチ30aを内蔵している。このアイドルスイッチ30aは、スロットルバルブ19が全閉位置にあるときに、アイドルリング信号IDSを「ON」として出力する。

【0029】同じく吸気管11には、サージタンク16内の内圧（吸気圧PM）を検出する吸気圧センサ31が設けられている。この吸気圧センサ31は、吸気圧PMに応じた検出信号を出力する。

【0030】また、クランクシャフト6の近傍にはクランクセンサ32が設けられ、カムシャフトの近傍には気筒判別センサ33が設けられている。後述する電子制御装置51はこれら各センサ32、33からの検出信号に基づいてクランクシャフト6の回転速度、即ちエンジン1の回転速度NEと、クランクシャフトの回転角、即ちクランク角度とをそれぞれ算出する。

【0031】更に、シリンダブロック2には、エンジン1を冷却する冷却水の温度（冷却水温THW）を検出する水温センサ34が設けられている。この水温センサ34は冷却水温THWに応じた検出信号を出力する。

【0032】また一方、吸気管11には、スロットルバルブ19を迂回してその上流側と下流側とを連通するバイパス通路22が設けられている。このバイパス通路22の途中には、リニアソレノイド式のアイドリングスピードコントロールバルブ（以下、「ISCV」という）23が設けられている。ISCV23は、電磁ソレノイド23aに印加されるパルス信号のデューティ比に応じてバルブ23bを変位させ、空気の流れる通路面積を調節する電磁弁である。ISCV23は、スロットルバルブ19が全閉状態となるエンジン1のアイドリング時において、回転速度NEを安定させるために作動する。ISCV23が所定のパルス信号に基づいてデューティ制御されることにより、バイパス通路22を流れる空気量が調節され、燃焼室7へ取り込まれる吸入空気量が調節される。

【0033】更に、吸気マニホルド11aには、各気筒に対応した複数（4つ）の吸気制御弁24が設けられている。この吸気制御弁24は、吸気マニホルド11a内で開閉され同マニホルド11a内を通過する空気量を調節するバタフライ弁25と、同バタフライ弁25を開閉駆動するための電磁アクチュエータ26とを備えている。

【0034】図2は、この吸気制御弁24を示す模式図であり、図3は電磁アクチュエータ26に印加される電圧（デューティ信号）をそれぞれ示している。エンジン1が停止して、電磁アクチュエータ26に対し電圧信号が印加されなくなると（デューティ比Dtacが0%）、図2に一点鎖線で示すようにバタフライ弁25が所定開度開いた状態となって、吸気制御弁24は半開状態に保持される。

【0035】また、例えば、図3（a）に示すように、電磁アクチュエータ26に対して+5Vの電圧が連続的に印加されることにより、換言すれば、同アクチュエータ26が+100%のデューティ比Dtacをもって通電制御されることにより、バタフライ弁25の開度は図2に実線で示すように最大となって、吸気制御弁24が全開状態となる。

【0036】一方、図3（b）に示すように、電磁アクチュエータ26に対して-5Vの電圧が連続的に印加さ

れることにより、換言すれば、同アクチュエータ26が-100%のデューティ比D_{tac}をもって通電制御されることにより、バタフライ弁25の開度は図2に破線で示すように最小となり、吸気制御弁24が全閉状態となる。尚、吸気制御弁24を開弁させない場合には、電磁アクチュエータ26が-100%のデューティ比D_{tac}をもって通電制御されており、同弁24は全閉状態に保持されている。

【0037】更に、図3(c)に示すように、電磁アクチュエータ26がa%(0<|a|<100)のデューティ比D_{tac}をもって通電制御されることにより、バタフライ弁25の開度は、図2に二点鎖線で示すように、全閉状態と全閉状態との中間位置に配置され、吸気制御弁24はデューティ比D_{tac}の大きさに応じた中間開度に保持される。

【0038】このように、吸気制御弁24は、電磁アクチュエータ26に所定のデューティ比D_{tac}(-100%~+100%)を有した電圧信号が印加されることにより、その開度が全閉状態から全開状態の間の任意の開度に調節されるようになっている。

【0039】また、同システムには、上記各インジェクタ17、ISCV23、吸気制御弁24等を制御するための電子制御装置(以下単に「ECU」という)51が設けられている。以下、このECU51の電気的構成について図4のブロック図に従って説明する。

【0040】ECU51は、中央処理装置(CPU)52、所定の制御プログラム等を予め記憶した読み出し専用メモリ(ROM)53、CPU52の演算結果等を一時記憶するランダムアクセスメモリ(RAM)54、及び記憶されたデータを保存するバックアップRAM55等と、これら各部52~55と外部入力回路57及び外部出力回路58等とをバス59によって接続してなる論理演算回路として構成されている。ROM53には、後述する「吸入空気量制御ルーチン」等の制御プログラムや各種関数データ等が予め記憶されている。

【0041】外部入力回路57には、前述したアイドルスイッチ30aを含む各センサ30~34等がそれぞれ接続されている。外部出力回路58には、各インジェクタ17、ISCV23及び吸気制御弁24の電磁ソレノイド23a、電磁アクチュエータ26がそれぞれ接続されている。ECU51はエンジン1の吸入空気量制御等を実行するために、センサ30~34を含む各種センサからの出力信号に基づいてISCV23及び吸気制御弁24を好適に制御する。

【0042】次に、図5に示す「吸入空気量制御ルーチン」を参照して、本実施形態における吸入空気量の制御手順を説明する。ECU51はこの「吸入空気量制御ルーチン」における各処理を所定のクランク角度毎に繰り返して実行する。

【0043】ステップ101において、ECU51はア

イドルスイッチ30aからのアイドルリング信号IDSが「ON」であるか否かを判定する。ここで否定判定された場合、ECU51はエンジン1の運転状態がアイドルリング状態ではないことから処理をステップ111に移行する。

【0044】ステップ111において、ECU51はスロットルセンサ30により検出されるスロットル開度TAに基づいてエンジン1の運転状態が全負荷状態にあるか否か、換言すればスロットルバルブ19が全開状態になっているか否かを判定する。ここで、肯定判定された場合、ECU51は処理をステップ112に移行する。

【0045】ステップ112において、ECU51は最終開弁角度T_{ofin}及び最終閉弁角度T_{cfin}をそれぞれ全負荷時に対応した各角度T_{owot}、T_{cwot}に設定するとともに、デューティ比D_{tac}を+100%として設定する。

【0046】ここで、最終開弁角度T_{ofin}は吸気制御弁24の開弁時期を決定するためのパラメータであり、吸気バルブ13が閉弁するクランク角度からこの最終開弁角度T_{ofin}を減算したものが実際に吸気制御弁24を開弁させる際のクランク角度になる。従って、この最終開弁角度T_{ofin}が大きくなるほど、吸気制御弁24がより早いタイミングで開弁することになる。

【0047】また、最終閉弁角度T_{cfin}は吸気制御弁24の閉弁時期を決定するためのパラメータであり、エンジン1の膨張行程においてピストン4が下死点に位置するときのクランク角度からこの最終閉弁角度T_{cfin}を減算したものが実際に吸気制御弁24を閉弁させる際のクランク角度になる。

【0048】一方、ステップ111において否定判定された場合、ECU51は処理をステップ113に移行する。そして、ステップ113において、ECU51は最終開弁角度T_{ofin}及び最終閉弁角度T_{cfin}をそれぞれ部分負荷時に対応した各角度T_{opt}、T_{cpt}に設定するとともに、デューティ比D_{tac}を+100%として設定する。

【0049】これに対して、ステップ101において肯定判定された場合、ECU51はエンジン1の運転状態がアイドルリング状態になったことから、処理をステップ102に移行する。尚、このとき、スロットルバルブ19は全閉状態になるとともに、ISCV23の開度がECU51により制御されてバイパス通路22にはアイドルリング運転を行うのに必要な空気が流通可能な状態になっている。

【0050】ステップ102において、ECU51は最終閉弁角度T_{cfin}を100°CA(クランク角)に設定する。このように最終閉弁角度T_{cfin}が100°CAに設定されることにより、吸気制御弁24は吸気バルブ13が閉弁してから所定期間経過後に閉弁されることになり、この所定期間中に吸気バルブ13と吸気制御弁

24との間における吸気マニホールド11aの内圧は後述するように略大気圧に等しくなるまで増加する。

【0051】続くステップ103において、ECU51はアイドリング運転時における目標回転速度TNEに基づき最終開弁角度Tofinを算出する際の基準値となる基準開弁角度Tobaseを算出する。ROM53には、この目標回転速度TNEと基準開弁角度Tobaseとの関係を示す関数データが記憶されており、ECU51はこの関数データを基準開弁角度Tobaseを算出する際に参照する。尚、目標回転速度TNEは、水温センサ34により検出される冷却水温THW等に基づいて別の制御ルーチンにおいて設定されRAM54に記憶されている。

【0052】図6は上記関数データを示すグラフである。同図に示すように、目標回転速度TNEが所定値TNE1より大きい場合には、同回転速度TNEが大きくなるほど、基準開弁角度Tobaseが大きき算出される。従って、目標回転速度TNEが大きいほど、吸気制御弁24はより早いタイミングで開弁されることになる。

【0053】また、目標回転速度TNEが所定値TNE1以下になった場合、基準開弁角度Tobaseは「0」として算出される。従って、最終開弁角度Tofinがこの基準開弁角度Tobaseと等しく設定された場合（後述する補正開弁角度Tocorを「0」とした場合には、吸気バルブ13が閉弁すると同時に吸気制御弁24が開弁されることとなる。即ち、吸気バルブ13の開弁中、吸気制御弁24は閉弁していることになるが、この場合には、吸気マニホールド11aにおいて吸気制御弁24と吸気バルブ13との間にある空気がアイドリング運転を行うのに必要な吸入空気として燃焼室7に導入されることになる。

【0054】上記のようにステップ103において基準開弁角度Tobaseを算出した後、ECU51は処理をステップ104に移行する。ステップ104において、ECU51は目標回転速度TNEから実際の回転速度NEを減算した値を回転速度偏差 ΔNE として設定した後、処理をステップ105に移行する。

【0055】ステップ105において、ECU51は回転速度偏差 ΔNE に基づいて補正開弁角度Tocorを算出する。この補正開弁角度Tocorは、アイドリング運転時におけるエンジン1の回転速度NEを目標回転速度TNEに一致させるためのフィードバック補正值であり、後述するように、基準開弁角度Tobaseに対してこの補正開弁角度Tocorを加えた値が最終開弁角度Tofinとして算出される。ROM53には、回転速度偏差 ΔNE と補正開弁角度Tocorとの関係を示す関数データが記憶されており、ECU51は補正開弁角度Tocorを算出する際にこの関数データを参照する。

【0056】図7は、この関数データを示すグラフである。同図に示すように、回転速度偏差 ΔNE が正の値である場合、補正開弁角度Tocorも正の値として設定さ

れ同回転速度偏差 ΔNE が負の値である場合、補正開弁角度Tocorも負の値として算出される。そして、回転速度偏差 ΔNE が大きくなるほど、補正開弁角度Tocorも大きく算出されるようになっている。

【0057】従って、実際の回転速度NEが目標回転速度TNEを下回っている場合には、補正開弁角度Tocorがより大きく算出されて吸気制御弁24の開弁タイミングが早められる。その結果、吸入空気量が増量され回転速度NEの上昇が図られる。これに対して、実際の回転速度NEが目標回転速度TNEを上回っている場合には、補正開弁角度Tocorがより小さく算出されて吸気制御弁24の開弁タイミングが遅らせられる。その結果、吸入空気量が減量され回転速度NEの低下が図られる。

【0058】次に、ステップ106において、ECU51は基準開弁角度Tobaseに対して補正開弁角度Tocorを加えた角度を最終開弁角度Tofinとして設定する。この最終開弁角度Tofinに基づいて吸気制御弁24を開弁させた場合、同弁24は常に排気バルブ14の開弁後、即ち、バルブオーバーラップ期間後に開弁するように、前記基準開弁角度Tobase及び補正開弁角度Tocorの大きさがそれぞれ設定されている。

【0059】続くステップ107において、ECU51は前記デューティ比Dtacをa%（本実施形態では、+100%）に設定する。ステップ107、112、113の処理を実行した後、ECU51は処理をステップ120に移行する。このステップ120において、ECU51は最終開弁時期Tofin、最終閉弁時期Tcfm、及びデューティ比Dtacに基づいて吸気制御弁24の電磁アクチュエータ26を通電制御する。その結果、吸気制御弁24が開閉制御され、燃焼室7にはエンジン1の運転状態に応じた所定量の吸入空気が導入される。そして、このステップ120の処理を実行した後、ECU51は本ルーチンの処理を一旦終了する。

【0060】次に、本実施形態における作用について説明する。図8(a)、(b)、(c)は、エンジン1がアイドリング運転状態になった場合における、吸気バルブ13及び排気バルブ14のリフト量、吸気制御弁24の開閉状態、及び吸気制御弁24と吸気バルブ13との間における吸気マニホールド11aの内圧（以下、単に「マニホールド圧P」という）をそれぞれ示している。

【0061】エンジン1がアイドリング運転状態にある場合には、前述したようにスロットルバルブ19は全閉状態になるとともに、ISC V23の開度がECU51により制御されてバイパス通路22にはアイドリング運転を行うのに必要な空気が流通可能な状態になっている。

【0062】図8に示すタイミングt1において、排気バルブが閉弁状態となることによりバルブオーバーラップ期間が終了する。このタイミングt1からタイミングt

2までの期間では、ピストン4の下動に伴って燃焼室7の容積が増大するため、燃焼室7の内圧が減少するとともに、同図(c)に示すように、その減少に伴ってマニホルド圧Pも減少する。

【0063】次に、タイミングt1から所定期間経過したタイミングt2において、吸気制御弁24の電磁アクチュエータ26が通電制御されることにより、同弁24は全閉状態から全開状態になる。従って、バイパス通路22を通過した吸入空気は、同弁24の上流側から下流側に流れ、更に、燃焼室7内に導入される。その結果、タイミングt2以降、燃焼室7の内圧及びマニホルド圧Pは増加した後、振動する。

【0064】タイミングt3において、吸気バルブ13が閉弁されることにより、燃焼室7内への吸入空気の導入が停止される。従って、アイドリング運転に必要な吸入空気は、吸気制御弁24が開弁するタイミングt2から吸気バルブ13が閉弁されるタイミングt3までの間に燃焼室7内に導入されている。

【0065】また、このように吸気バルブ13が閉弁されても、吸気制御弁24は所定期間(タイミングt3～t4)の間、全開状態に保持されている。従って、吸気制御弁24より下流側の吸気マニホルド11aは燃焼室7内の圧力が伝播しない状態となって、その内部にバイパス通路22を通過した空気が流入するようになる。その結果、マニホルド圧Pは徐々に略大気圧と等しくなるように収束する。

【0066】そして、吸気バルブ13の閉弁タイミングt3から所定期間経過したタイミングt4において、吸気制御弁24は再び全閉状態になる。その結果、マニホルド圧Pはタイミングt4以降、略大気圧に等しい一定値に保持される。

【0067】次のバルブオーバーラップ期間の開始タイミング、即ち、タイミングt5において、吸気バルブ13が再び開弁する。この際、吸気マニホルド11aの内圧Pが燃焼室7及び排気管14の内圧よりも相対的に小さい場合には、前述したような吹き返し現象が発生するおそれがある。

【0068】この点、本実施形態によれば、吸気マニホルド11aの内圧Pが略大気圧と等しい圧力に保持されているため、吸気マニホルド11aの内圧Pと排気圧との差圧が極めて小さく、燃焼室7側から吸気マニホルド11a側へ既燃焼ガスが逆流することがない。従って、図8(c)に示すように、タイミングt5においてマニホルド圧Pの急激な増大は発生しない。

【0069】以上説明したように、本実施形態によれば、吹き返し現象の発生を防止して機関燃焼状態を安定させることができ、安定したアイドリング運転を実現することができるようになる。

【0070】〔第2の実施形態〕次に、第2の実施形態について、上記第1の実施形態との相違点を中心に説明

する。

【0071】上記第1の実施形態では、前述した「吸入空気量制御ルーチン」のステップ107において、デューティ比D_{tac}を「+100%」に設定するようにした。これに対して、本実施形態では、同ステップ107においてデューティ比D_{tac}を例えば、「+20%」に設定するようにしている。従って、吸気制御弁24が開弁する際、同弁24の開度は全閉状態と全開状態との間の中間開度(半開状態)に保持されることになる。

【0072】図9(a)、(b)、(c)は、エンジン1がアイドリング運転状態になった場合における、吸気バルブ13及び排気バルブ14のリフト量、吸気制御弁24の開閉状態、及びマニホルド圧Pをそれぞれ示している。

【0073】同図9(b)に示すように、タイミングt2において、吸気制御弁24が開弁することにより、バイパス通路22を通過した吸入空気が、同弁24の上流側から下流側に流れ、更に、燃焼室7内に導入される。その結果、燃焼室7の内圧及びマニホルド圧Pは増加する。

【0074】ここで、上記第1の実施形態においては、開弁時に吸気制御弁24の開度を全開状態に保持するようにしたため、吸気マニホルド11a内の内圧Pが比較的急激に増加する。このように内圧Pが急激に増加する場合、吸気マニホルド11a及び吸気管11の内部には、吸気バルブ13とスロットルバルブ19との間を往来する空気の疎密波(圧力波)が発生して圧力脈動が発生する傾向がある。

【0075】このため、吸気バルブ13とスロットルバルブ19との間にあるサージタンク16が共鳴体となり、同タンク16から上記圧力脈動を起振力とした脈動音が発生することが懸念される。

【0076】また、上記のような圧力脈動の振幅が大きくなると、吸気制御弁24を開弁することにより保持される吸気マニホルド11aの内圧Pがエンジン1のサイクル毎に変化し、燃焼室7に導入される吸入空気の量が僅かに変動する可能性もあり得る。

【0077】この点、本実施形態では吸気制御弁24が半開状態に保持されるため、吸気マニホルド11a内において吸気制御弁24の上流側から下流側へ流れる吸入空気の流量が制限される。従って、吸気マニホルド11aの内圧Pが急激に増加することがなくなるため、上記圧力脈動を小さく抑えることができる。

【0078】更に、吸気制御弁24が半開状態に保持されるため、吸気バルブ13とスロットルバルブ19との間を往来する圧力波は殆ど発生しなくなる。即ち、発生する圧力波の大部分は、吸気バルブ13と吸気制御弁24との間を往来するものとなる。この圧力波は、吸気バルブ13と吸気制御弁24の間にはサージタンク16が存在しないことから、その周波数が高くなって振幅が

極めて小さくなる。

【0079】以上説明したように、本実施形態によれば、圧力脈動を更に低減して、同脈動に起因した脈動音を低減することができる。更に、圧力脈動に伴う吸入空気量の変動を抑えることができ、機関燃焼状態を更に安定化させることができる。

【0080】また、本実施形態によれば、アイドリング運転時に吸気制御弁24を開弁させる際には、その開度を中間開度に保持するようにしている。このため、図3(a)と同図3(c)との比較から明らかなように、吸気制御弁24を全開状態に保持するようにした場合と比べて、同弁24において消費される電力量を低減することができ、ひいてはエンジン1の燃費を向上させることができる。

【0081】尚、以上説明した各実施形態は、以下に示すようにその構成を変更することもできる。このような構成によっても上記実施形態と同等の作用効果を奏することができる。

【0082】・上記各実施形態では、ISC V23の開度を制御することによりアイドリング運転時に必要な吸入空気量を調節するようにした。これに対して、電子制御式のスロットルバルブを採用し、同バルブの開度を制御することにより、アイドリング運転時における吸入空気量を調節するようにしてもよい。

【0083】また、このような電子制御式のスロットルバルブを採用した場合、同バルブは、アクセルペダルに連結されず、ステップモータ(図示略)により開閉される。アクセルペダルの近傍にはアクセルセンサ(図示略)が設けられ、同センサから運転者によるアクセルペダルの踏込量、即ちアクセル開度に応じた検出信号がECU 51の外部入力回路57に出力される。スロットルバルブの開度(スロットル開度)は、アクセル開度及び回転速度NE等に応じてステップモータが制御されることにより調節される。また、上記実施形態と異なりアイドルスイッチはアクセルセンサに内蔵される。このアイドルスイッチは、アクセルペダルの踏込量が「0」になった場合に、アイドリング信号IDSを「ON」として外部入力回路57に出力する。

【0084】・上記各実施形態では、上記「吸入空気量制御ルーチン」のステップ101において、アイドリング信号IDSが「ON」であるか否かを判定することにより、エンジン1がアイドリング運転状態であるか否かを判定するようにした。これに対して、同ステップ101において、例えば、回転速度NE及び吸気圧PMに基づいて、エンジン1が低負荷低速運転状態であるか否かを判定するようにしてもよい。

【0085】・上記各実施形態では、最終閉弁角度 T_{cfin} を 100° CAに設定することにより、吸気バルブ13が閉弁してから所定期間経過後に吸気制御弁24が閉弁するようにした。ここで、最終閉弁角度 T_{cfin} は

必ずしも 100° CAに設定する必要はなく、例えば、吸気制御弁24の応答性や吸気制御弁24の開弁中におけるマニホールド圧Pの増加率等を考慮して適宜変更することができる。

【0086】・上記第2の実施形態では、アイドリング時において吸気制御弁24を開弁させる際にデューティ比 D_{tac} を20%に設定するようにしたが、このデューティ比 D_{tac} は、例えばアイドリング時に必要とされる吸入空気量の大きさに応じて、 $-100\% < D_{tac} < +100\%$ の範囲で適宜変更することができる。

【0087】・上記第2の実施形態では、アイドリング時において吸気制御弁24を開弁させる際にデューティ比 D_{tac} (+20%)に応じた開度に即時に増加させるようにした。これに対して、吸気制御弁24の開度を徐々に増加させることもできる。このようにすれば、吸気マニホールド11aにおける急激な内圧Pの増加を更に抑えて、圧力脈動の発生を抑制することができる。

【0088】

【発明の効果】請求項1記載の発明では、内燃機関が低速低負荷運転状態にあると検出されたときに、第2の吸気制御弁を吸気バルブ及び排気バルブがいずれも開弁状態となるバルブオーバーラップ期間経過後に閉弁制御するとともに、吸気バルブが閉弁してから所定期間経過後に閉弁制御するようにしている。従って、吸気バルブが開弁する際に、第2の吸気制御弁と吸気バルブとの間における吸気通路の内圧が略大気圧になっているため、燃焼室側から吸気通路側への既燃焼ガスの移動が抑制される。その結果、本発明によれば、低速低負荷時における吹き返し現象の発生を防止することができ、機関燃焼状態の安定化を図ることができる。

【0089】請求項2記載の発明では、内燃機関が低速低負荷運転状態にあると検出されたときに、第2の吸気制御弁を所定の中間開度をもって開弁させるようにしている。従って、吸気通路の内圧の急激な増加が抑えられて圧力脈動の発生が抑制される。その結果、本発明によれば、吸気通路内の圧力脈動に伴う脈動音を低減することができるとともに、同圧力脈動に伴う吸入空気量の変動を抑えることができ、機関燃焼状態を更に安定化させることができる。

【0090】請求項3記載の発明では、内燃機関がアイドリング運転状態になったときに同機関が低速低負荷運転状態にあると検出するようにしている。従って、アイドリング時における吹き返し現象の発生が抑えられる。その結果、本発明によれば、請求項1又は2に記載した発明の効果に加えて、内燃機関における安定したアイドリング運転を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる吸入空気量制御装置の第1の実施形態を示す概略構成図。

【図2】吸気制御弁の作動を模式的に示す略図。

【図3】吸気制御弁への駆動電圧印加態様を示す線図。

【図4】ECU等の構成を示すブロック図。

【図5】第1の実施形態における吸入空気量制御手順を示すフローチャート。

【図6】目標回転速度と基準開弁角度との関係を示すグラフ。

【図7】回転速度偏差と補正開弁角度との関係を示すグラフ。

【図8】第1の実施形態における吸入空気量制御態様を示すタイミングチャート。

【図9】第2の実施形態における吸入空気量制御態様を示すタイミングチャート。

示すタイミングチャート。

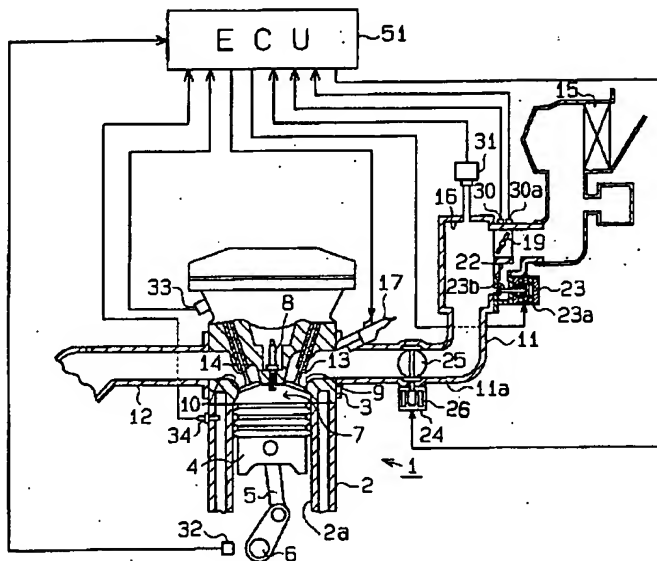
【図10】従来における吸入空気量制御態様を示すタイミングチャート。

【図11】従来における吸入空気量制御装置を示す概略構成図。

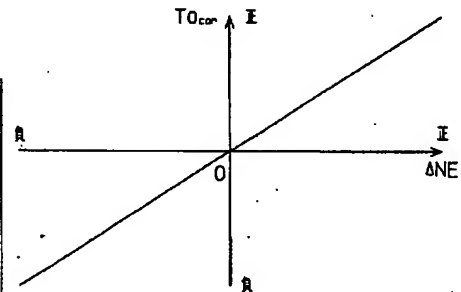
【符号の説明】

1…エンジン、11…吸気管、11a…吸気マニホルド、13…吸気バルブ、14…排気バルブ、19…スロットルバルブ、24…吸気制御弁、25…バタフライ弁、26…電磁ソレノイド、32…クランクセンサ、33…気筒判別センサ。

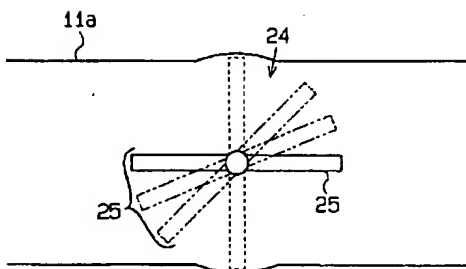
【図1】



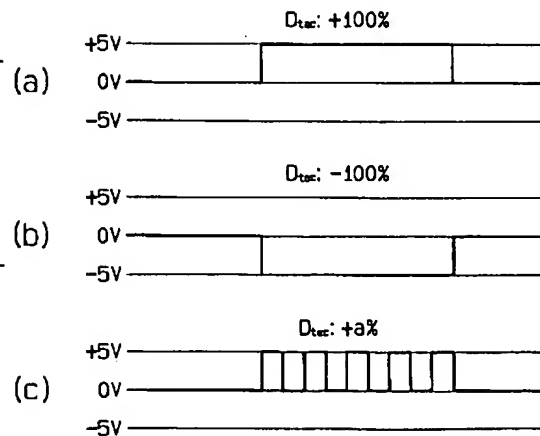
【図7】



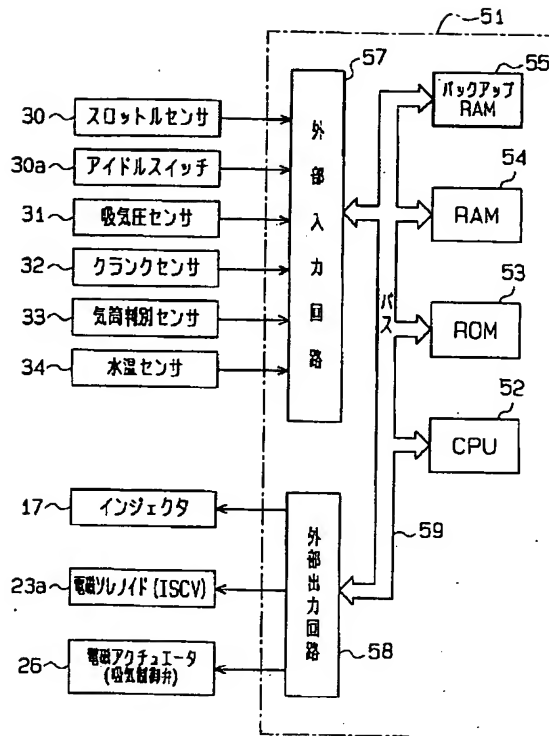
【図2】



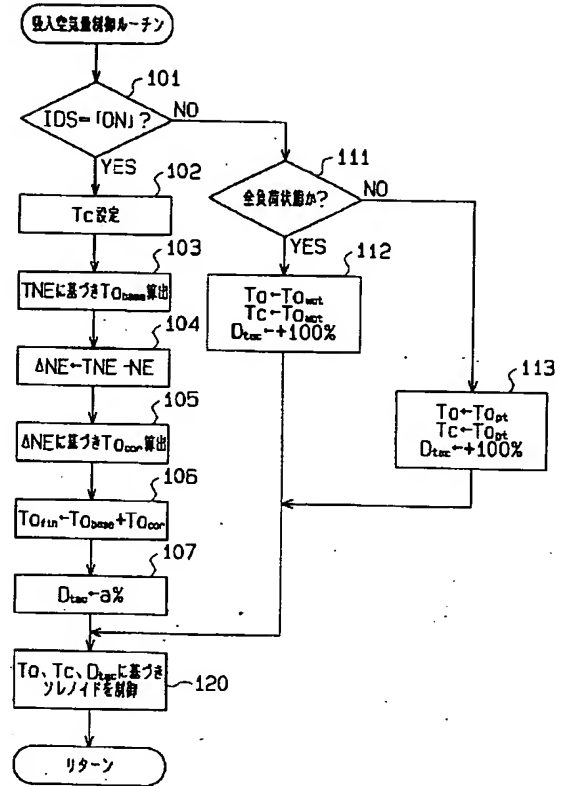
【図3】



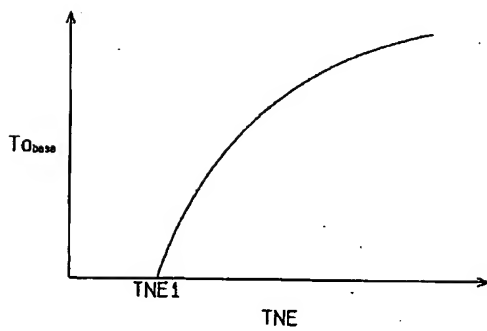
【図4】



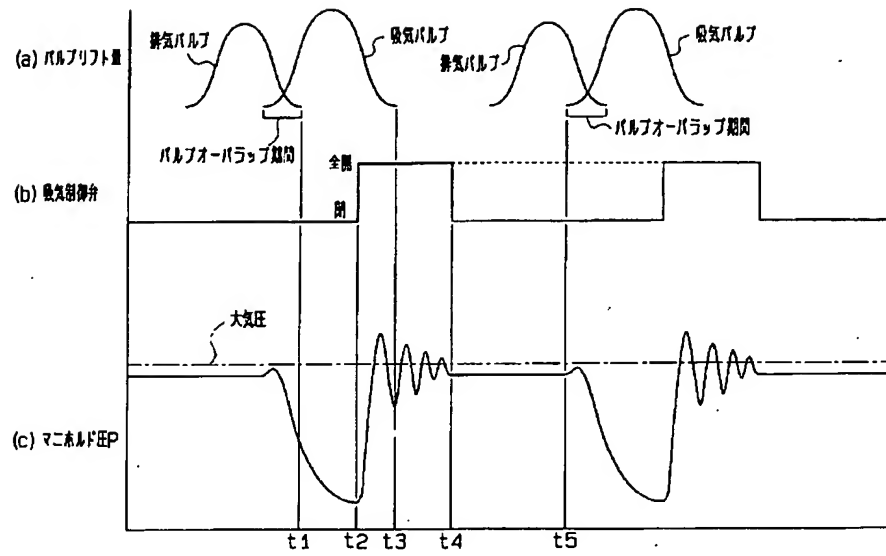
【図5】



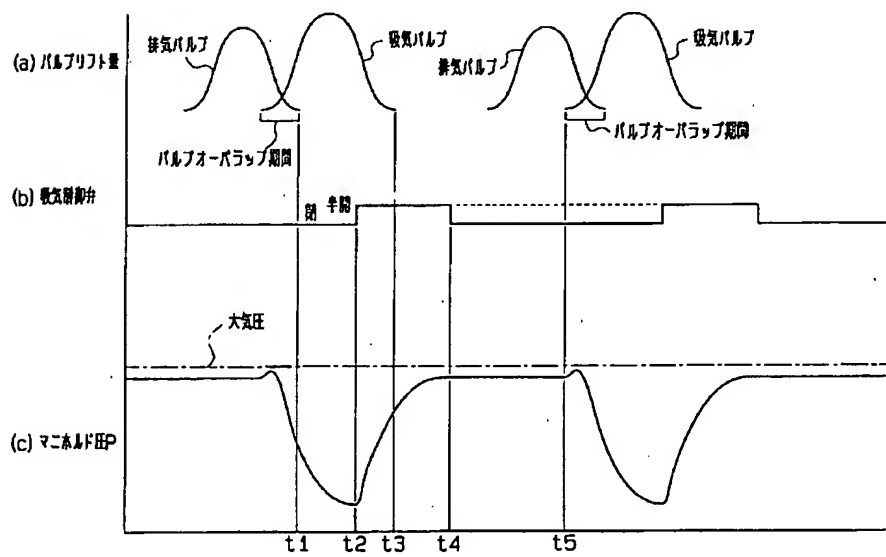
【図6】



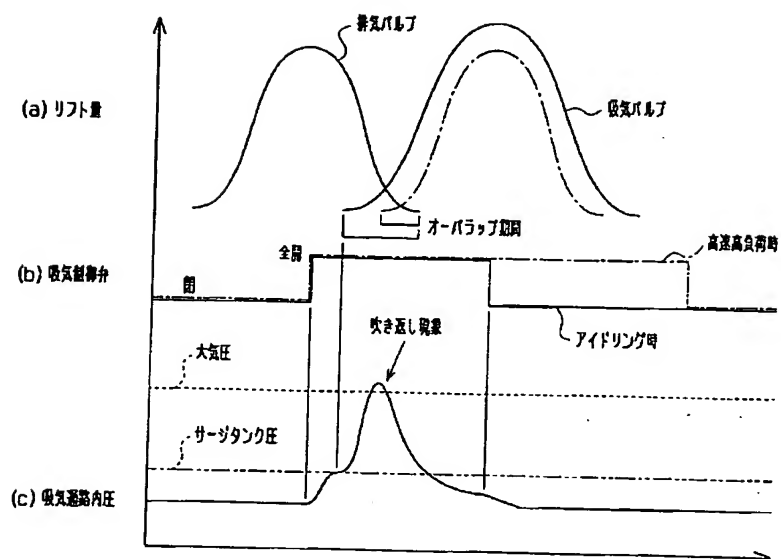
【図8】



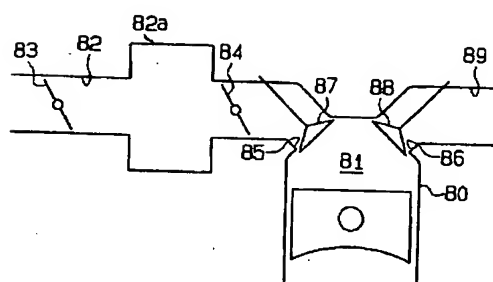
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

F02D 9/02

41/08

識別記号

361

310

FI

F02D 9/02

41/08

361H

310

THIS PAGE BLANK (USPTO)